

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局(43) 国際公開日
2004 年 8 月 26 日 (26.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2004/072598 A1

- (51) 国際特許分類: G01L 5/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2004/001104
- (22) 国際出願日: 2004 年 2 月 4 日 (04.02.2004)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願2003-33614 2003 年 2 月 12 日 (12.02.2003) JP
特願2003-120072 2003 年 4 月 24 日 (24.04.2003) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 日本精工株式会社 (NSK LTD.) [JP/JP]; 〒141-8560 東京都品川区大崎一丁目 6 番 3 号 Tokyo (JP).

(YANAGISAWA, Tomoyuki) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 松岡 勝年 (MAT-SUOKA, Katsutoshi) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 坂谷 郁紀 (SAKATANI, Ikunori) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP). 熊谷 紳 (KUMAGAI, Shin) [JP/JP]; 〒251-8501 神奈川県藤沢市鵠沼神明一丁目 5 番 50 号 日本精工株式会社内 Kanagawa (JP).

(74) 代理人: 小栗 昌平, 外 (OGURI, Shohei et al.); 〒107-6013 東京都港区赤坂一丁目 1 番 32 号 アーク森ビル 13 階 栄光特許事務所 Tokyo (JP).

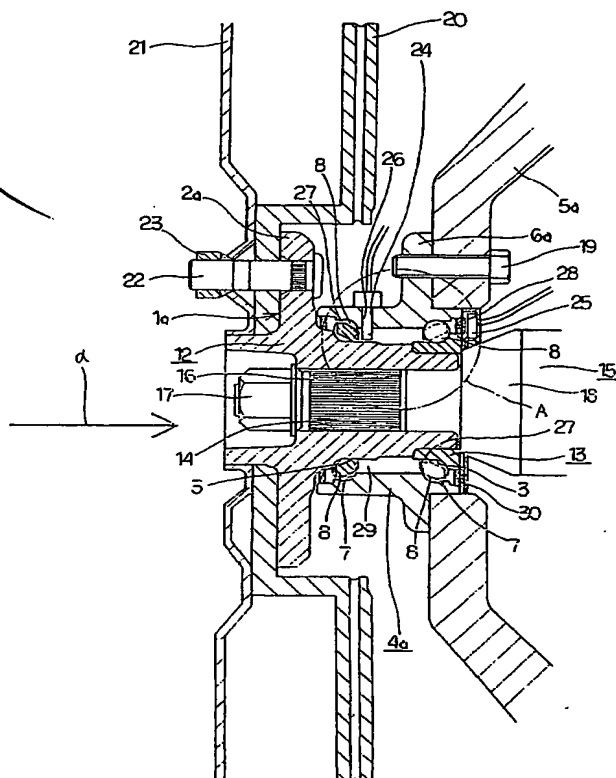
- (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 柳沢 知之

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR,

[続葉有]

(54) Title: LOAD-MEASURING DEVICE FOR ROLLING BEARING UNIT AND ROLLING BEARING UNIT FOR LOAD MEASUREMENT

(54) 発明の名称: 転がり軸受ユニットの荷重測定装置及び荷重測定用転がり軸受ユニット



(57) Abstract: The revolving speed of balls (8, 8) constituting the outer row is detected by a revolving speed-detecting sensor (24). Further, the rotating speed of a hub (1a) is detected by a rotating speed-detecting sensor (25). A speed ratio that is the ratio between the revolving speed and the rotating speed is obtained based on the detected signals from both sensors (24, 25). When an axial load varies and the contact angle of the balls (8, 8) varies, the revolving speed of the individual balls (8, 8) varies, and in turn the speed ratio varies. Then, the axial load is calculated based on the variation of the speed ratio. In this way, a load-measuring device for a rolling bearing unit can be structured at low costs, and a structure with which an axial load acting between the hub (1a) and an outer ring (4a) can be obtained is realized.

(57) 要約: 公転速度検出用センサ24により、外側の列を構成する玉8、8の公転速度を検出する。又、回転速度検出用センサ25により、上記ハブ1aの回転速度を検出する。両センサ24、25の検出信号に基づき、公転速度と回転速度との比である速度比を求める。アキシャル荷重が変化し、上記各玉8、8の接触角が変化すると、これら各玉8、8の公転速度、延ては上記速度比が変化する。そこで、この速度比の変化に基づいて、上記アキシャル荷重を算出する。これにより、低コストで構成でき、ハブ1aと外輪4aとの間に作用するアキシャル荷重を求められる構造を実現する。

WO 2004/072598 A1



BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告書

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG,

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明 細 書

転がり軸受ユニットの荷重測定装置及び荷重測定用転がり軸受ユニット

<技術分野>

この発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置及び荷重測定用転がり軸受ユニットは、例えば自動車、鉄道車両、各種搬送車等の移動体の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットの改良に関し、この転がり軸受ユニットに負荷されるアキシャル荷重を測定し、上記移動体の運行の安定性確保を図る為に利用する。

<背景技術>

例えば自動車の車輪は懸架装置に対し、複列アンギュラ型の転がり軸受ユニットにより回転自在に支持する。又、自動車の走行安定性を確保する為に、アンチロックブレーキシステム（ABS）やトラクションコントロールシステム（TCS）、更にはビークルスタビリティコントロールシステム（VSC）等の車両用走行安定装置が使用されている。この様な各種車両用走行安定装置を制御する為には、車輪の回転速度、車体に加わる各方向の加速度等の信号が必要になる。そして、より高度の制御を行なう為には、車輪を介して上記転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重の大きさを知る事が好ましい場合がある。

この様な事情に鑑みて特開平3-209016号公報（以下、特許文献1と称する。）には、図5に示す様な転がり軸受ユニットの荷重測定装置が記載されている。先ず、この従来装置の構造に就いて説明する。回転輪であり内輪相当部材であるハブ1の外端部（軸方向に関して外とは、自動車への組み付け状態で車体の幅方向外側を言い、図1～2、5の左側）外周面に、車輪を支持する為の回転側フランジ2を固設している。又、上記ハブ1の中間部乃至内端部（軸方向に関して内とは、自動車への組み付け状態で車体の幅方向中央側を言い、図1～2、5の右側）外周面には、複列の内輪軌道3、3を形成している。

一方、上記ハブ1の周囲にこのハブ1と同心に配置された、静止輪である外輪4の外周面には、この外輪4を懸架装置を構成するナックル5に支持固定する為

の、固定側フランジ 6 を固設している。又、上記外輪 4 の内周面には、複列の外輪軌道 7、7 を形成している。そして、これら各外輪軌道 7、7 と上記各内輪軌道 3、3 との間に、それぞれが転動体である複数の玉 8、8 を、それぞれ複数個ずつ転動自在に設ける事により、上記外輪 4 の内径側に上記ハブ 1 を回転自在に支持している。

更に、上記固定側フランジ 6 の内側面複数個所で、この固定側フランジ 6 を上記ナックル 5 に結合する為のボルト 9 を螺合する為のねじ孔 10 を囲む部分には、それぞれ荷重センサ 11 を添設している。上記外輪 4 を上記ナックル 5 に支持固定した状態でこれら各荷重センサ 11 は、このナックル 5 の外側面と上記固定側フランジ 6 の内側面との間で挟持される。

この様な従来から知られている転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、図示しない車輪と上記ナックル 5 との間にアキシャル荷重が加わると、上記ナックル 5 の外側面と上記固定側フランジ 6 の内側面とが、上記各荷重センサ 11 を、軸方向両面から強く押し付け合う。従って、これら各荷重センサ 11 の測定値を合計する事で、上記車輪と上記ナックル 5 との間に加わるアキシャル荷重を求める事ができる。

図 5 に示した従来構造の場合、ナックル 5 に対し外輪 4 を支持固定する為のボルト 9 と同数だけ、荷重センサ 11 を設ける必要がある。この為、荷重センサ 11 自体が高価である事と相まって、転がり軸受ユニットの荷重測定装置全体としてのコストが相当に嵩む事が避けられない。

本発明は、この様な事情に鑑み、低コストで構成できて、各車輪に加わるアキシャル荷重を、制御の為に必要とされる精度を確保しつつ測定できる構造を実現すべく発明したものである。

<発明の開示>

本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分に形成された静止側軌道と回転側軌道との間に転動自在に設けられた複数の転動体と、これら各転動体の公転速度を検出する為

の公転速度検出用センサと、この公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する演算器とを備える。

例えば、静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪が外輪相当部材であり、他方の軌道輪が内輪相当部材であり、各転動体が玉である。そして、この内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角が付与されている。

又、上記転動体の公転速度を測定する為に、この転動体の公転速度を直接測定するか、或は、各転動体を保持した保持器の回転速度として測定する。

又、回転輪の速度が変化する（一定でない）場合には、上記公転速度検出用センサに加えて、上記回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサを備える。そして、上記演算器は、この回転速度検出用センサから送り込まれる検出信号と、上記公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号とに基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する。

この様に回転速度検出用センサから送り込まれる検出信号を利用する場合に好ましくは、上記回転輪の回転速度と前記各転動体の公転速度との比である速度比に基づいて、上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する。

又、好ましくは、アキシャル方向の加速度を検出する為の加速度センサを備える。そして、演算器は、この加速度センサが検出する加速度が所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、この加速度センサが検出する加速度が所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する。

更には、転がり軸受ユニットが自動車の車輪を支持するものである場合に好ましくは、この自動車の操舵輪に付与される舵角に比例する値を検出する舵角センサ、又は、運転者がステアリングホイールによりステアリングシャフトに付与する操舵力を測定するトルクセンサを備える。このトルクセンサとしては、上記ステアリングホイールを操作する力（操舵力）を低減する為の（電動式又は油圧式

の) パワーステアリング装置に組み込むものを使用できる。又、転がり軸受ユニットが自動車或は鉄道車両等、進路変更を行なう車両である場合には、この車両の車体に加わるヨーレート（ヨーイング量、ヨー方向に加わる力の大きさ、ヨー方向の変位量、傾斜量等）を測定する為のヨーレートセンサを備える。

そして、演算器は、上記舵角センサが検出する舵角、或は上記トルクセンサが検出する操舵力、或は上記ヨーレートセンサが検出するヨーレートが所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、この舵角センサが検出する舵角、或は上記トルクセンサが検出する操舵力、或は上記ヨーレートセンサが検出するヨーレートが所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する。

又、本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複列ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間に、両列毎に複数ずつ、両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で転動自在に設けられた転動体と、これら両列の転動体の公転速度を検出する為の1対の公転速度検出用センサと、これら公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する演算器とを備える。

そして、演算器は、両列の転動体の公転速度の差に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する。

さらに、好ましくは、回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサを備え、演算器は、この回転速度検出用センサの検出信号に基づいて求められる、上記回転輪の回転速度と、両列の転動体の公転速度の差との比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する。

上述の様に構成する本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、転動体の公転速度を検出する事により、この転がり軸受ユニットに負荷されるアキシアル荷重を検出できる。即ち、複列アンギュラ型の玉軸受の如き転がり軸受ユニットがアキシアル荷重を負荷すると、転動体（玉）の接触角が変化する。転がり軸受

の技術分野で周知の様に、転動体の公転速度は接触角が変化すると変化する。具体的には、上記アキシアル荷重を支承する側の列に関しては、このアキシアル荷重が大きくなる程接触角が大きくなる。そして、外輪相当部材が回転輪の場合には上記公転速度が遅くなり、逆に内輪相当部材が回転輪の場合には上記公転速度が早くなる。従って、この公転速度の変化を測定する事で、上記転がり軸受ユニットに加わるアキシアル荷重を求める事ができる。上記公転速度を測定する為の公転速度検出用センサは、従来からABSやTCSの制御用信号を得る為に広く使用されている、安価な速度センサを使用できる。この為、転がり軸受ユニットの荷重測定装置全体を安価に構成できる。

尚、上記転がり軸受ユニットが、回転輪の回転速度が常に一定の状態で使用されるものであれば、荷重算出の為の回転検出センサは、上記公転速度検出用センサのみで足りる。これに対して、使用時に上記回転輪の回転速度が変化する様な場合には、回転速度検出用センサが検出するこの回転輪の回転速度と上記公転速度とにより、上記アキシアル荷重を求める事ができる。この場合に、これら公転速度と回転速度との比である速度比を算出し、この速度比から上記アキシアル荷重を求めれば、上記回転輪の回転速度が変化しても、このアキシアル荷重を正確に求める事ができる。

又、自動車や鉄道車両の如き移動体の様に、進路変更に伴う旋回時に、転がり軸受ユニットにアキシアル荷重が作用する場合には、加速度センサにより、旋回に伴って上記移動体に加わる加速度を検出する事で、或はヨーレートセンサにより上記移動体に加わるヨーレートを検出する事で、上記アキシアル荷重の測定精度を向上させる事ができる。具体的には、上記加速度センサが検出する加速度、或は上記ヨーレートセンサの検出値から分かるヨーレート（車体のヨーイング量等）が所定の値以下の状態での公転速度（或は速度比）を基準とし、この加速度センサが検出する加速度或はヨーレートセンサが検出するヨーレートが所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度（或は速度比）に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する。即ち、上記加速度或はヨーレートが上記閾値を越えた状態で、その状態での公転速度（或は速度比）の、上記基準

となる状態での公転速度（或は速度比）に対する変化量（基準となる状態との間の差）を求める。そして、この変化量から、進路変更に伴って加わるアキシャル荷重を求める。この様にして公転速度（或は速度比）の変化量を求め、更にこの変化量からアキシャル荷重を求めれば、上記公転速度（或は速度比）の変化に拘らず、このアキシャル荷重の測定値の精度向上を図れる。

更に、自動車の場合には、舵角センサにより自動車の操舵輪に付与される舵角に比例する値を検出する事で、或はトルクセンサによりステアリングシャフトに付与される操舵力を検出する事で、やはり上記アキシャル荷重の測定精度を向上させる事ができる。具体的には、上記舵角センサの検出値から分かる舵角、或は上記トルクセンサの検出値から分かる操舵力（ステアリングホイールを操作する力）が所定の値以下の状態での公転速度（或は速度比）を基準とする。そして、上記舵角センサ或はトルクセンサが検出する舵角或は操舵力が所定の値を越えた状態では、各状態（その時点）での公転速度（或は速度比）に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する。即ち、上記舵角或は操舵力が上記閾値を越えた状態で、その状態での公転速度（或は速度比）の、上記基準となる状態での公転速度（或は速度比）に対する変化量（基準となる状態との間の差）を求め、この変化量から上記アキシャル荷重を求める。この様にして公転速度（或は速度比）の変化量を求め、更にアキシャル荷重求めれば、この公転速度（或は速度比）の変化に拘らず、このアキシャル荷重の測定値の精度向上を図れる。

又、複列の静止軌道輪と固定軌道輪との間に、列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で転動自在に転動体を設けた場合、進路変更に伴う旋回走行時に、外側の転動体列が、特に大きなアキシャル荷重を受ける為、その接触角が大きく変化し、よって公転速度が大きく変動する。そして、外側、内側の両転動体列の公転速度の差を求めることにより、アキシャル荷重をより精度良く求める事が可能になる。更に、両方向のアキシャル荷重を求める事もできる。

<図面の簡単な説明>

図1は、本発明の実施の形態の1例を示す断面図であり、

図 2 は、図 1 の A 部拡大図であり、

図 3 は、アキシアル荷重と転動体の公転速度との関係を示す線図であり、

図 4 は、回転輪の回転速度と各転動体の公転速度との比である速度比と、加速度（ヨーレート、舵角、操舵力）との関係を示す線図であり、

図 5 は、従来構造の 1 例を示す断面図である。

なお、図中の符号、1（1 a）はハブ、2（2 a）は回転側フランジ、3 は内輪軌道、4（4 a）は外輪、5（5 a）はナックル、6（6 a）は固定側フランジ、7 は外輪軌道、8 は玉、9 はボルト、10 はねじ孔、11 は荷重センサ、12 はハブ本体、13 は内輪、14 はスプライン孔、15 は等速ジョイント、16 はスプライン軸、17 はナット、18 はハウジング、19 はボルト、20 はディスク、21 はホイール、22 はスタッド、23 はナット、24 は公転速度検出用センサ、25 は回転速度検出用センサ、26 は取付孔、27 は保持器、28 はエンコーダ、29 は空間、そして 30 は組み合わせシールリングである。

<発明を実施するための最良の形態>

図 1～2 は、本発明の実施の形態の 1 例を示している。本例は、自動車の駆動輪（FR 車、RR 車、MD 車の後輪、FF 車の前輪、4WD 車の全輪）を支持する為の転がり軸受ユニットに本発明を適用した場合に就いて示している。回転輪であり内輪相当部材であるハブ 1 a は、ハブ本体 12 の内端部に内輪 13 を外嵌固定して成る。このうちのハブ本体 12 の外端部外周面に、車輪を支持する為の回転側フランジ 2 a を固設している。又、上記ハブ本体 12 の中間部外周面と上記内輪 13 の外周面とにそれぞれ内輪軌道 3、3 を形成する事により、上記ハブ 1 a の外周面に、複列アンギュラ型の内輪軌道を設けている。

一方、上記ハブ 1 a の周囲にこのハブ 1 a と同心に配置された、静止輪である外輪 4 a の外周面には、この外輪 4 a を懸架装置を構成するナックル 5 a に支持固定する為の、固定側フランジ 6 a を固設している。又、上記外輪 4 a の内周面には、複列アンギュラ型の外輪軌道 7、7 を形成している。そして、これら各外輪軌道 7、7 と上記各内輪軌道 3、3 との間に、それぞれが転動体である複数の玉 8、8 を、それぞれ複数個ずつ転動自在に設ける事により、上記外輪 4 a の内

径側に上記ハブ 1 a を回転自在に支持している。尚、上記各玉 8、8 は、S U J 2 の如き高炭素クロム軸受鋼等の磁性金属により造られている。

上述の様な転がり軸受ユニットの使用時には、上記ハブ本体 1 2 の中心部に形成したスプライン孔 1 4 に、等速ジョイント 1 5 に付属のスプライン軸 1 6 を挿入する。上記ハブ 1 a は、このスプライン軸 1 6 の先端部に螺合したナット 1 7 と、上記等速ジョイント 1 5 のハウジング 1 8 との間で、軸方向両側から挟持される。又、上記固定側フランジ 6 a を上記ナックル 5 a に、複数本のボルト 1 9 により、支持固定する。又、上記回転側フランジ 2 a に、制動用のディスク 2 0 と、車輪のホイール 2 1 とを、複数本のスタッド 2 2 とナット 2 3 とにより支持固定する。

上述の様な転がり軸受ユニット或はナックル 5 a には、公転速度検出用センサ 2 4 と回転速度検出用センサ 2 5 とを設けている。このうちの公転速度検出用センサ 2 4 は、軸方向外側の列の玉 8、8 の公転速度を測定する為のもので、上記外輪 4 a の一部で上記複列の外輪軌道 7、7 の間部分に、この外輪 4 a を径方向に貫通する状態で形成した取付孔 2 6 部分に装着している。即ち、上記公転速度検出用センサ 2 4 は、この取付孔 2 6 を径方向外方から内方に向け挿通した状態で設けられ、その先端部に設けた検出部を、上記外側の列の玉 8、8、若しくはこれら各玉 8、8 を保持した保持器 2 7 に対向させている。

又、前記内輪 1 3 の内端部外周面にエンコーダ 2 8 を外嵌固定すると共に、このエンコーダ 2 8 の被検出面に、上記ナックル 5 a に支持した回転速度検出用センサ 2 5 の先端部に設けた検出部を対向させている。このエンコーダ 2 8 としては、従来から A B S や T C S の制御用の信号を得るべく、車輪の回転速度を検出する為に利用していた各種構造のものを使用できる。例えば、上記各玉 8、8 を設置した空間 2 9 の内端開口部を塞ぐ為の組み合わせシールリング 3 0 を構成するスリングの内側面に、上記エンコーダ 2 8 を添設する事もできる。この場合に使用するエンコーダ 2 8 としては、内側面に N 極と S 極とを交互に配置した、多極磁石製のものが、好ましく使用できる。但し、単なる磁性材製のエンコーダや、光学的特性を円周方向に互って交互に且つ等間隔に変化させたものも、(光学式

の回転検出センサと組み合わせる事で) 使用可能である。

又、何れも回転速度を検出するセンサである、上記公転速度検出用センサ 2 4 及び上記回転速度検出用センサ 2 5 としては、磁気式の回転検出センサが、好ましく使用できる。又、この磁気式の回転検出センサとしては、ホール素子、ホール IC、磁気抵抗素子、MI 素子等の磁気検出素子を組み込んだアクティブ型のものが、好ましく使用できる。この様な磁気検出素子を組み込んだアクティブ型の回転検出センサを構成するには、例えば、この磁気検出素子の一側面を、直接又は磁性材製のステータを介して永久磁石の着磁方向一端面に突き当て(磁性材製のエンコーダを使用する場合)、上記磁気検出素子の他側面を、直接又は磁性材製のステータを介して、上記各玉 8、8 (公転速度検出用センサ 2 4 の場合) 或は上記エンコーダ 2 8 の被検出面(回転速度検出用センサ 2 5) に対向させる。尚、永久磁石製のエンコーダを使用する場合には、センサ側の永久磁石は不要である。

例えば、上記各玉 8、8 の公転速度検出の為の公転速度検出用センサ 2 4 を上述の様に構成すると、これら各玉 8、8 の公転に伴って、この公転速度検出用センサ 2 4 を構成する磁気検出素子の特性が変化する。即ち、上記公転速度検出用センサ 2 4 の検出面の近傍に磁性材製の玉 8 が存在する瞬間には上記磁気検出素子を流れる磁束の量が多くなるのに対して、上記検出面が円周方向に隣り合う玉 8、8 の間部分に対向する瞬間には、上記磁気検出素子を流れる磁束の量が少なくなる。この様に、磁気検出素子を流れる磁束の量に変化し、この磁気検出素子の特性が変化する周波数は、上記各玉 8、8 の公転速度に比例する。そこで、上記磁気検出素子を組み込んだ、上記公転速度検出用センサ 2 4 の検出信号に基づいて、上記公転速度を求められる。尚、この検出信号は、図示しない演算器を組み込んだ制御器に送り込む。

尚、上述の様な機構により、上記各玉 8、8 の公転速度を検出する為には、これら各玉 8、8 が磁性材製である事が必要である。従って、これら各玉 8、8 として、セラミックス等の非磁性材製のものを使用する場合には、上記公転速度検出用センサ 2 4 として光学式のものを使用する必要がある。但し、この公転速度

検出用センサ 24 の検出部を挿入する前記空間 29 内には、転がり接触部を潤滑する為のグリースが封入されている場合が多く、その場合には光の反射が効果的に行なわれない。これらの事を考慮すれば、上記各玉 8、8 として磁性材製のものを使用し、上記公転速度検出用センサ 24 として磁気検出素子を組み込んだものを使用する事が好ましい。

又、上述の様に、上記公転速度検出用センサ 24 により上記各玉 8、8 の公転速度を直接測定する場合には、これら各玉 8、8 を保持する保持器 27 として、合成樹脂等の非磁性材製のものを使用する事が好ましい。磁性材製の保持器を使用すると、上記各玉 8、8 と上記公転速度検出用センサ 24 の検出部との間を流れるべき磁束が遮断されて、正確な公転速度を測定できなくなる。逆に言えば、非磁性材製の保持器 27 を使用する事により、上記各玉 8、8 の公転速度を正確に求められる。尚、この保持器 27 を、銅系合金等の非磁性金属製としても良いが、合成樹脂製保持器の方が、軽量で、しかも磁束をより遮断しにくいので、より好ましい。例えば、一般的に非磁性金属とされている、オーステナイト系のステンレス鋼にしても、僅かな磁性がある為、上記公転速度を正確に求める面からは不利である。

尚、上記保持器 27 は、上記各玉 8、8 の公転に伴って、これら各玉 8、8 と共に回転するので、これら各玉 8、8 の公転速度は、上記保持器 27 の回転速度として測定する事もできる。この公転速度をこの保持器 27 の回転速度として測定する場合には、上記公転速度検出用センサ 24 の検出部を上記保持器 27 の一部に設けた被検出部に対向させる。この場合、保持器 27 が磁性材製の場合には、この保持器 27 の一部に凹凸を、円周方向に互って交互に且つ等間隔で配置する事で、上記被検出部とする事もできる。又、上記保持器 27 が合成樹脂等の非磁性材製の場合には、この保持器 27 の一部に、前記エンコーダ 28 と同様に、側面に N 極と S 極とを交互に配置した多極磁石を添設する構造が、好ましく使用できる。

又、上記公転速度検出用センサ 24 及び前記回転速度検出用センサ 25 としては、磁性材製のポールピースの周囲にコイルを巻回した、パッシブ型の磁気式の

回転検出センサを使用する事もできる。尚、パッシブ型の磁気式の回転検出センサは、回転速度が低くなると検出信号の電圧が低くなる。本発明の対象となる転がり軸受ユニットの荷重測定装置の場合、移動体が高速で走行する場合の走行安定性を図る事が主目的になるので、低速回転時に検出信号の電圧が低くなる事は、問題とはなりにくい。但し、低速走行時にも高精度の制御を行なう事を意図するのであれば、前述した様な、磁気検出素子と永久磁石とを組み込んだ、アクティブ型の回転検出センサを使用する事が好ましい。

又、回転検出センサとして、アクティブ型のものを使用する場合でも、或はパッシブ型のものを使用する場合でも、ホール素子等の磁気検出素子及び永久磁石、ポールピース及びコイル等のセンサ構成部品は、先端部の検出面を除いて、構成樹脂等の非磁性材中にモールドする事が好ましい。この様に合成樹脂中にセンサ構成部品をモールドして成る回転検出センサは、被検出部、即ち、上記公転速度検出用センサ 24 の場合には前記各玉 8、8 若しくは前記保持器 27、上記回転速度検出用センサ 25 の場合には前記エンコーダ 28 に対向させる。図示の例の場合、上記公転速度検出用センサ 24 は、外側（アウター側）の玉 8、8 若しくはこれら各玉 8、8 を保持した保持器 27 に対向させて、これら各玉 8、8 の公転速度を検出する様にしている。尚、図示の例では、上記公転速度検出用センサ 24 を上記玉 8、8 若しくは保持器 27 に、軸方向に対向させているが、これら各玉 8、8 と外輪軌道 7 との転がり接触部との干渉防止を図れる範囲内で、半径方向に対向させる事もできる。

上述の様に構成する本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置は、上記各玉 8、8 の公転速度を、直接又は保持器 27 を介して検出する事により、前記車輪を構成するホイール 21 と前記ナックル 5a との間に作用し、転がり軸受ユニットに加わるアキシアル荷重を検出できる。即ち、複列アンギュラ型の玉軸受である上記転がり軸受ユニットがアキシアル荷重を負荷すると、上記各玉 8、8 の接触角が変化する。例えば、図 1 に矢印 α で示す様に、内向のアキシアル荷重が加わると、外側（図 1 の左側）の列の玉 8、8 の接触角が大きくなる。転がり軸受の技術分野で周知の様に、アンギュラ型の玉軸受を構成する玉 8、8 の公転速度

は、これら各玉 8、8 の接触角が変化すると変化する。具体的には、上記アキシャル荷重を支承する、上記外側の列に関しては、このアキシャル荷重が大きくなる程、上記各玉 8、8 の公転速度が早くなる。従って、この公転速度の変化を測定する事で、上記転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重を求める事ができる。

例えば、図 3 は、図 1 ～ 2 に示した様な構造を有する、背面組み合わせ型の複列転がり軸受ユニットに上記矢印 α 方向のアキシャル荷重を付与した場合に於ける、このアキシャル荷重の大きさと玉 8、8 の公転速度との関係を示している。図 3 の実線 a がアキシャル荷重と外側（図 1 の左側）の列の玉 8、8 の公転速度との関係を、破線 b がアキシャル荷重と内側の列の玉 8、8 の公転速度との関係を、それぞれ表している。尚、ラジアル荷重は一定とした。この様な図 3 から明らかな通り、アキシャル荷重を受ける側の列の玉 8、8 に関しては、アキシャル荷重の大きさとこれら各玉 8、8 の公転速度とは、ほぼ比例関係にある。従って、これら各玉 8、8 の公転速度を測定する事により、上記複列転がり軸受ユニットに作用するアキシャル荷重を算出できる。又、上記公転速度を測定する為の、前記公転速度検出用センサ 24 は、従来から ABS や TCS の制御用信号を得る為に広く使用されている、安価な速度センサを使用できる。この為、上記複列転がり軸受ユニットに加わるアキシャル荷重を測定する為の装置を安価に構成できる。上記アキシャル荷重を求める為の、図 3 の実線 a に示す様な関係は、実験により、或は計算により、予め求めて、上記アキシャル荷重を算出する為の演算器に入力しておく事が好ましい。

尚、転がり軸受ユニットが、工場等で使用する各種搬送車の如き、定速走行するものである場合には、回転輪の回転速度が常に一定の状態で使用される事も考えられる。この様な場合には、上記アキシャル荷重算出の為の回転検出センサは、上記公転速度検出用センサ 24 のみで足りる。これに対して、図示の例の様に、自動車の車輪を支持する為の複列転がり軸受ユニットの場合には、使用時に、回転輪である前記ハブ 1 a の回転速度が変化する。この為に図示の例では、上記公転速度検出用センサ 24 に加えて、前記回転速度検出用センサ 25 を設け、上記

ハブ 1 a の回転速度を検出自在としている。そして、この回転速度検出用センサ 2 5 が検出する上記ハブ 1 a の回転速度と、上記公転速度検出用センサ 2 4 が検出する上記各玉 8、8 の公転速度とにより、上記アキシアル荷重を算出する様にしている。

上記公転速度検出用センサ 2 4 から送り込まれる、上記公転速度を表す信号と、上記回転速度検出用センサ 2 5 から送り込まれる、上記ハブ 1 a の回転速度を表す信号とに基づいて、前記図示しない制御器に組み込まれた演算器は、先ず、上記公転速度と回転速度との比である速度比（＝各玉 8、8 の公転速度／ハブ 1 a の回転速度）を計算する。そして、この速度比の変化に基づいて、上記各玉 8、8 の公転速度の変化を求める。この様に、速度比に基づいて公転速度の変化を求め、この公転速度の変化に基づいて、上記複列転がり軸受ユニットに加わるアキシアル荷重を算出すれば、上記ハブ 1 a の回転速度が変化した場合でも、このアキシアル荷重を正確に算出できる。尚、上記速度比とアキシアル荷重との関係に就いても、予め実験或は計算により求めて、アキシアル荷重算出用の演算器に入力しておく事が好ましい。

又、自動車や鉄道車両等の様な移動体の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットで実施する場合には、別途、加速度センサ（図示せず）を設け、この加速度センサにより、進路変更時（旋回時）の遠心力に基づく加速度を検出する事が好ましい。即ち、自動車や鉄道車両等の移動体の場合、直進走行時に転がり軸受ユニットには、強風時、傾斜地走行時等、特殊な場合を除き、ラジアル荷重が作用するのみで、アキシアル荷重は、予圧を除いて殆ど作用しない。これに対して、上記移動体の進路変更時には、この移動体に遠心力に基づいて横方向の力が作用し、この力に基づいて上記転がり軸受ユニットにアキシアル荷重が作用する。従って、上記加速度センサの測定値が実質的に 0 の場合には、上記転がり軸受ユニットにはアキシアル荷重は殆ど作用せず、上記加速度センサの測定値が大きい場合に、上記転がり軸受ユニットに作用するアキシアル荷重が大きくなる事になる。

図 4 は、前記速度比と上記加速度センサの測定値との関係を表している。図 4 の実線イが速度比と時間との関係を、破線ロが加速度センサの測定値と時間との

関係を、それぞれ表している。又、上記図 4 は、直進走行していた移動体が進路変更を行なった後、再び直進走行に戻る場合に就いて示している。この様な図 4 から明らかな通り、上記速度比は、上記加速度センサの測定値に比例する状態で変化する。この様な関係を利用して、遠心力に基づいて生じる加速度を測定し、この加速度が或る値以下の時の速度比を基準として上記アキシアル荷重の算出を行なう様にすれば、このアキシアル荷重をより正確に求める事ができる。即ち、上記加速度が或る値以下（殆ど 0）の状態では、上記アキシアル荷重はほぼ 0 であると考えられる。そこで、この状態での速度比を、このアキシアル荷重が 0 である場合の速度比（基準速度比）とする。そして、上記加速度が上記或る値を越えた場合に、その時点での速度比と上記基準速度比との差を求め、この差に基づいて上記アキシアル荷重を算出（差に比例したアキシアル荷重が作用しているとして計算）すれば、このアキシアル荷重をより精度良く求める事ができる。強風時、傾斜地走行時等の特殊条件下でも上記アキシアル荷重を正確に求める必要があれば、別途設けた、横風用風速計や傾斜計等の測定値により補正する。

尚、上記加速度センサを設ける場合には、この加速度センサが検出した加速度に移動体の質量を掛け合わせる事により、この移動体全体に作用する遠心力の大きさを求められる。但し、この移動体を支持する複数の転がり軸受ユニットの個々に作用しているアキシアル荷重の大きさを求める事はできない。これに対して本発明の転がり軸受ユニットの荷重測定装置によれば、上記転がり軸受ユニット軸受装置の個々に作用しているアキシアル荷重の大きさを求められる。この為、自動車や鉄道車両等の移動体の走行安定性を確保する為の制御を可能にできる。尚、加速度センサを設置する場合に、設置場所は、転がり軸受ユニット部分に組み込んでも良いし、自動車や鉄道車両等の移動体の車内に設置しても良い。又、加速度センサの設置個数にしても、1 個でも、或は複数個でも良い。

尚、自動車或は鉄道車両等の場合には、上記加速度センサとして、車体に設置した加速度センサを利用しても良い。更には、自動車或は鉄道車両等の場合には、加速度センサを変えて、車体のヨーイング（横方向の揺れ）を検出する為のヨーレートセンサの信号を利用する事もできる。即ち、ヨーレートとアキシアル方向

の加速度とは、ほぼ比例するので、ヨーレートにより、上記加速度センサの検出信号を利用した場合と同様にして、上記アキシアル荷重を正確に求める事ができる。

上述の様に、進路変更の有無（直進状態であるか旋回状態であるか）を検出する為には、鉄道車両を含む移動体の場合には加速度センサ（やヨーレートセンサ）を使用するが、移動体が自動車に限られる場合には、加速度センサに代えて舵角センサ或はパワーステアリング装置用のトルクセンサを使用する事もできる。例えば、自動車の操舵輪（フォークリフト等の特殊車両を除いて、一般的には前輪）に付与される舵角が図4の破線口で示す様に変化すると、速度比は同図の実線イで示す様に変化する。即ち、舵角と速度比との関係は、先に述べた加速度と速度比との関係とほぼ一致する。

従って、上記加速度センサ（やヨーレートセンサ）に代えて上記舵角センサを設け、この舵角センサの検出信号を利用しても、加速度センサ（やヨーレートセンサ）を利用した場合と同様の効果を得られる。即ち、上記舵角センサにより操舵輪に付与された舵角を測定し、この舵角が或る値以下（実質的に0）の時の速度比を基準として上記アキシアル荷重の算出を行ない、この状態での速度比を、このアキシアル荷重が0である場合の速度比（基準速度比）とする。そして、上記舵角が上記或る値を越えた（舵角が実質的に付与された）場合に、その時点での速度比と上記基準速度比との差を求め、この差に基づいて上記アキシアル荷重を算出すれば、やはりアキシアル荷重を精度良く求める事ができる。

又、操舵輪に舵角が付与されたか否かは、ステアリングホイールを操作する力（操舵力）を低減する為の（電動式又は油圧式の）パワーステアリング装置に組み込むトルクセンサの検出信号によっても判断できる。即ち、操舵輪に舵角が付与されない直線状態では、ステアリングホイールが操作されておらず、ステアリングシャフトにトルクが加わる事はない。従って、上記トルクセンサの検出信号は実質的に0になる。これに対して、上記操舵輪に舵角が付与される旋回状態では、ステアリングホイールが操作されて、ステアリングシャフトにトルクが加わる。従って、上記トルクセンサの検出信号によっても、前記加速度センサ（やヨ

ーレートセンサ) 或は上記舵角センサを使用して求めた、転がり軸受ユニットに加わるアキシアル荷重が0である場合の速度比(基準速度比)を求める事ができる。そして、この基準速度比を求めたならば、上記トルクセンサがトルクを検出した場合に、その時点での速度比に基づいて、上記アキシアル荷重を求める。

尚、以上に述べた、アキシアル荷重の測定精度を向上させる為に利用する、加速度センサ、舵角センサ、トルクセンサ、ヨーレートセンサの検出値は、それぞれ単独で利用する他、組み合わせて利用する事もできる。即ち、上記各センサのうちから選択される2種類以上のセンサの検出値を比較して比較値を求め、得られた比較値が所定の値以下の状態での公転速度又は速度比を基準値とする。そして、この比較値がこの所定の値を超えた場合に、その状態での公転速度又は速度比と上記基準値との差を求め、この差に基づいて上記アキシアル荷重を算出する事によっても、このアキシアル荷重の測定精度を向上させる事ができる。

尚、図示の例では、進路変更に伴う旋回走行時に、特に大きなアキシアル荷重を受ける為、接触角が大きく変化する、公転速度の変動が大きい、外側(アウト側)の列の玉8、8側にのみ、公転速度検出用センサ24を設けた例を示した。これに対して、内側(インナー側)の列の玉8、8側にも、公転速度検出用センサ24を設け、外側、内側両列の玉8、8の公転速度の差を求めれば、上記アキシアル荷重をより精度良く求める事も可能になる。更に、図示の例とは逆方向(外向き)のアキシアル荷重を求める事もできる。

又、上記公転速度検出用センサ24が検出する、上記各玉8、8の公転速度を表す信号と、前記回転速度検出用センサ25が検出する、前記ハブ1aの回転速度を表す信号とは、アナログ回路等のハードウェアにより処理しても良いし、マイクロコンピュータ等によりソフトウェア的に処理しても良い。

又、図示の例では、自動車の車輪を支持する為の、複列アンギュラ型の転がり軸受ユニットに本発明を適用した場合に就いて示したが、一般的な単列深溝型の玉軸受や円すいころ軸受に本発明を適用する事もできる。又、組み合わせ転がり軸受に限らず、一般の単列転がり軸受を組み合わせた軸受装置にも、本発明は適用できる。又、自動車の車輪を支持する為の複列アンギュラ型の転がり軸受ユニッ

トに適用する場合にしても、図 1 に示した様に、外側の内輪軌道をハブ本体の中間部外周面に形成した、所謂第三世代のハブユニットに限らずに実施できる。即ち、ハブ本体の中間部乃至内端部に 1 対の内輪を外嵌固定した、所謂第二世代のハブユニットや、ハブ本体の中間部乃至内端部に 1 対の内輪を外嵌固定すると共に、外周面を単なる円筒状とした外輪をナックルの支持孔に内嵌支持する、所謂第一世代のハブユニットにも適用できる。或は、ハブ本体の中間部乃至内端部の外周面とナックルの支持孔の内周面との間に、それぞれが短列型である転がり軸受を 1 対設ける構造にも、本発明を適用する事ができる。

更には、個々の転がり軸受ユニットの加工精度のばらつき（初期接触角のばらつき）により、アキシアル荷重が 0 である場合の、各転動体の公転速度並びに速度比が異なる事が考えられる。更には、使用に伴う各部の微小変形により、やはりアキシアル荷重が 0 である場合の公転速度並びに速度比が変化する可能性がある。そこで、先に述べた様にして（加速度センサ、舵角センサ、トルクセンサ、ヨーレートセンサ等の信号に基づいて）決定する、上記アキシアル荷重が 0 である場合の速度比を、初期設定値として制御器に記憶し、更に学習（更新）する事で、最初から長期間経過後に至るまで、上記アキシアル荷重を正確に求め続ける事ができる。

本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の精神と範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2003 年 2 月 12 日出願の日本特許出願（特願 2003-33614）、2003 年 4 月 24 日出願の日本特許出願（特願 2003-120072）、に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

<産業上の利用可能性>

以上のように、本発明に係る転がり軸受ユニットの荷重測定装置及び荷重測定用転がり軸受ユニットは、例えば自動車、鉄道車両、各種搬送車等の移動体の車輪を支持する為の転がり軸受ユニットに有用である。

請 求 の 範 囲

1. 使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分に形成された静止側軌道と回転側軌道との間に転動自在に設けられた複数個の転動体と、これら各転動体の公転速度を検出する為の公転速度検出用センサと、この公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する演算器とを備えた、転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

2. 静止輪と回転輪とのうちの一方の軌道輪が外輪相当部材であり、他方の軌道輪が内輪相当部材であり、各転動体が玉であり、この内輪相当部材の外周面に形成された複列アンギュラ型の内輪軌道と上記外輪相当部材の内周面に形成された複列アンギュラ型の外輪軌道との間にそれぞれ複数個ずつ設けられた玉に、背面組み合わせ型の接触角が付与されている、請求の範囲第1項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

3. 転動体の公転速度を直接測定する、請求の範囲第1項～第2項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

4. 転動体の公転速度を、各転動体を保持した保持器の回転速度として測定する、請求の範囲第1項～第2項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

5. 回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサを備え、演算器は、この回転速度検出用センサから送り込まれる検出信号と、公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号とに基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第4項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

6. 各転動体の公転速度と回転輪の回転速度との比である速度比に基づいて静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第5項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

7. アキシャル方向の加速度を検出する為の加速度センサを備え、演算器は、この加速度センサが検出する加速度が所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、この加速度センサが検出する加速度が所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第6項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

8. 加速度センサが、転がり軸受ユニットの構成部材以外の部分に装着されている、請求の範囲第7項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

9. 加速度センサが、転がり軸受ユニットの構成部材に装着されている、請求の範囲第7項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

10. 転がり軸受ユニットが自動車の車輪を支持するものであり、この自動車の操舵輪に付与される舵角に比例する値を検出する舵角センサを備え、演算器は、この舵角センサが検出する舵角が所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、この舵角センサが検出する舵角が所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第6項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

11. 転がり軸受ユニットが自動車の車輪を支持するものであり、運転者がステアリングホイールによりステアリングシャフトに付与する操舵力を測定す

るトルクセンサを備え、演算器は、このトルクセンサが検出する操舵力が所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、このトルクセンサが検出する操舵力が所定の値を越えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第6項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

12. 転がり軸受ユニットが、車両の車輪を支持するものであり、この車両の車体に加わるヨーレートを測定する為のヨーレートセンサを備え、演算器は、このヨーレートセンサが検出するヨーレートが所定の値以下の状態での公転速度或は速度比を基準とし、このヨーレートセンサが検出するヨーレートが所定の値を超えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第6項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

13. ヨーレートセンサが、転がり軸受ユニットの構成部材以外の部分に装着されている、請求の範囲第12項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

14. ヨーレートセンサが、転がり軸受ユニットの構成部材に装着されている、請求の範囲第12項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

15. 転がり軸受ユニットが自動車の車輪を支持するものであり、この自動車の操舵輪に付与される舵角に比例する値を検出する舵角センサと、アキシャル方向の加速度を検出する為の加速度センサとを備え、演算器は、この加速度センサが検出するアキシャル方向の加速度と上記舵角センサが検出する舵角とを比較し、その結果求められる比較値が所定の値を超えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシャル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第10項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷

重測定装置。

16. 転がり軸受ユニットが自動車の車輪を支持するものであり、運転者がステアリングホイールによりステアリングシャフトに付与する操舵力を測定するトルクセンサと、アキシアル方向の加速度を検出する為の加速度センサとを備え、演算器は、この加速度センサが検出するアキシアル方向の加速度と上記トルクセンサが検出する操舵力とを比較し、その結果求められる比較値が所定の値を超えた状態で、各状態での公転速度或は速度比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する、請求の範囲第1項～第9、請求の範囲第11項の何れかに記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

17. 使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分にそれぞれ複列ずつ形成された静止側軌道と回転側軌道との間に、両列毎に複数ずつ、両列同士の間で接触角の方向を互いに逆にした状態で転動自在に設けられた転動体と、これら両列の転動体の公転速度を検出する為の1対の公転速度検出用センサと、これら公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて上記静止輪と上記回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する演算器とを備えた、転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

18. 演算器は、両列の転動体の公転速度の差に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する、請求の範囲第17項に記載した転がり軸受ユニットの荷重測定装置。

19. 回転輪の回転速度を検出する為の回転速度検出用センサを備え、演算器は、この回転速度検出用センサの検出信号に基づいて求められる、上記回転輪の回転速度と、両列の転動体の公転速度の差との比に基づいて、静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する、請求の範囲第18項に記載した転

がり軸受ユニットの荷重測定装置。

20. 使用時にも回転しない静止輪と、この静止輪と同心に配置されて使用時に回転する回転輪と、これら静止輪と回転輪との互いに対向する部分に形成された静止側軌道と回転側軌道との間に転動自在に設けられた複数個の転動体と、これら各転動体の公転速度を検出する為の公転速度検出用センサとを備えた、荷重測定用転がり軸受ユニット。

21. 公転速度検出用センサから送り込まれる検出信号に基づいて静止輪と回転輪との間に加わるアキシアル荷重を算出する演算器とを備えた、請求の範囲第20項に記載した荷重測定用転がり軸受ユニット。

図 1

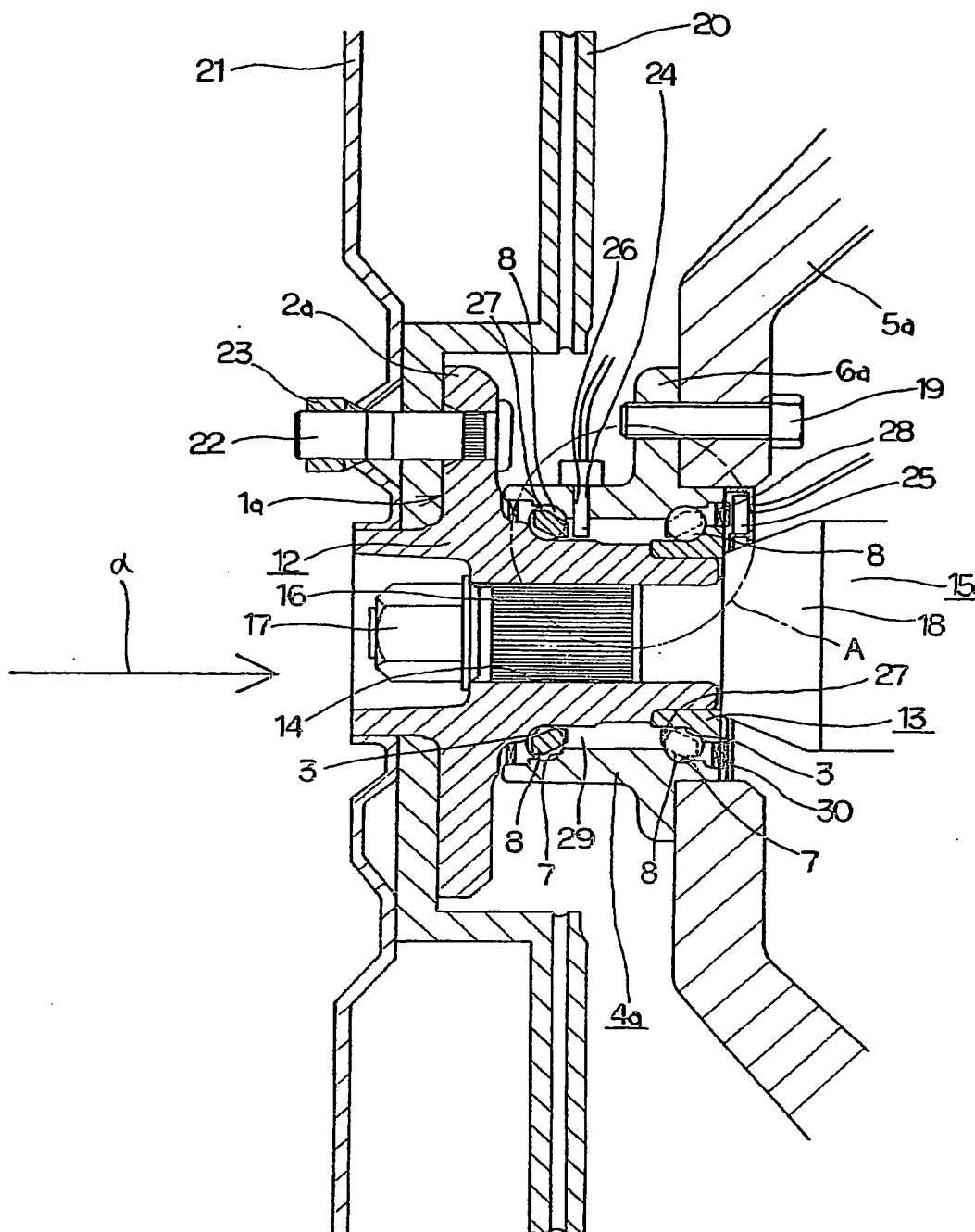


図 2

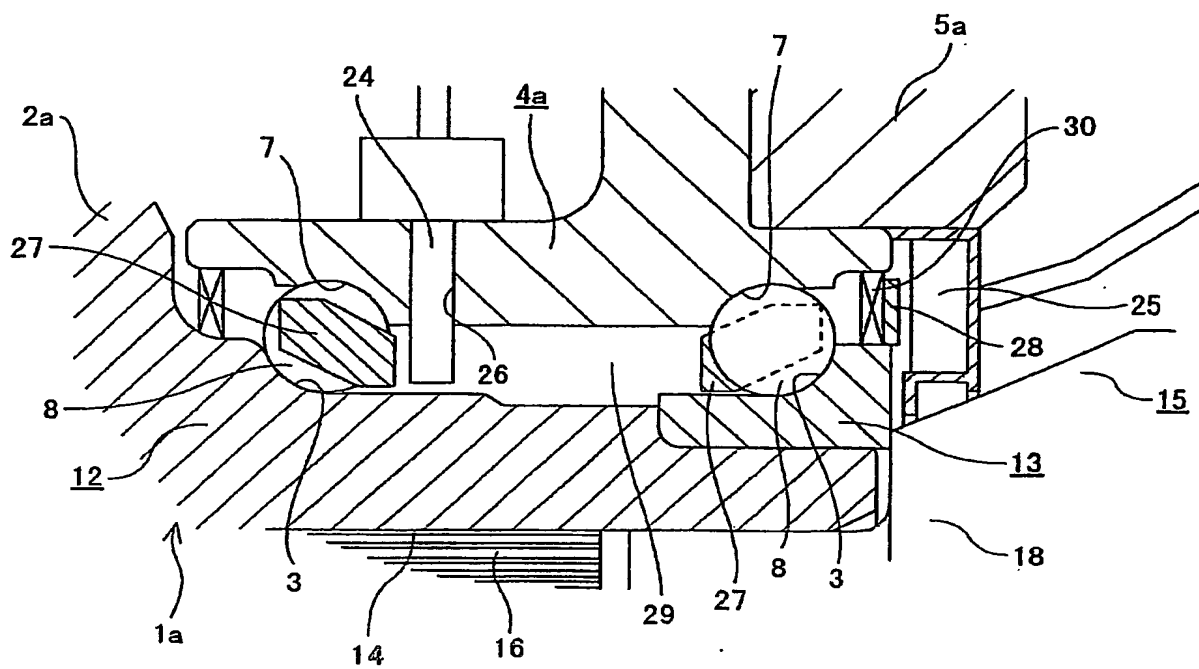


図 3

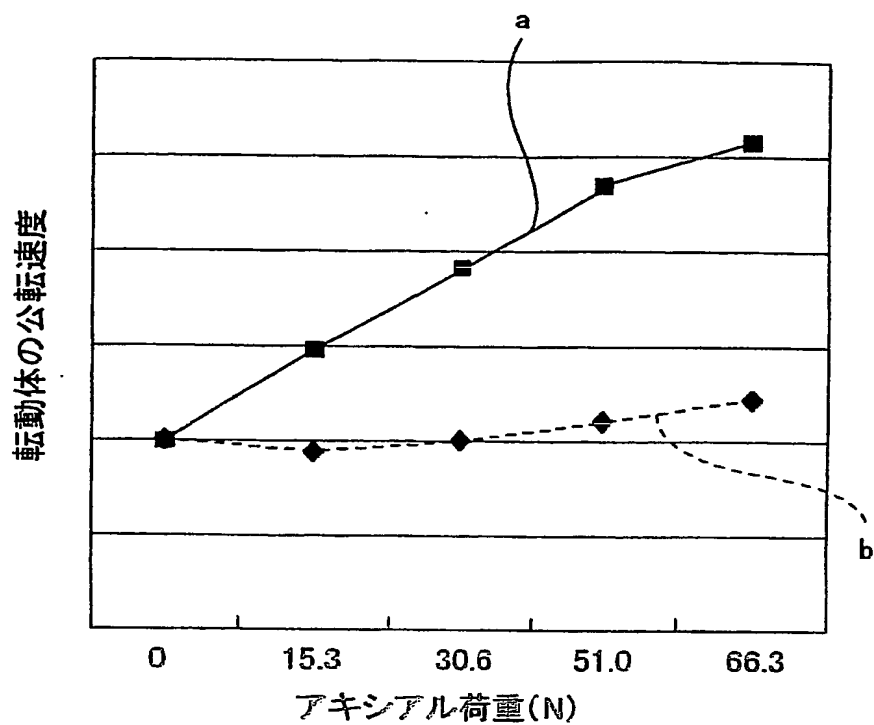


図 4

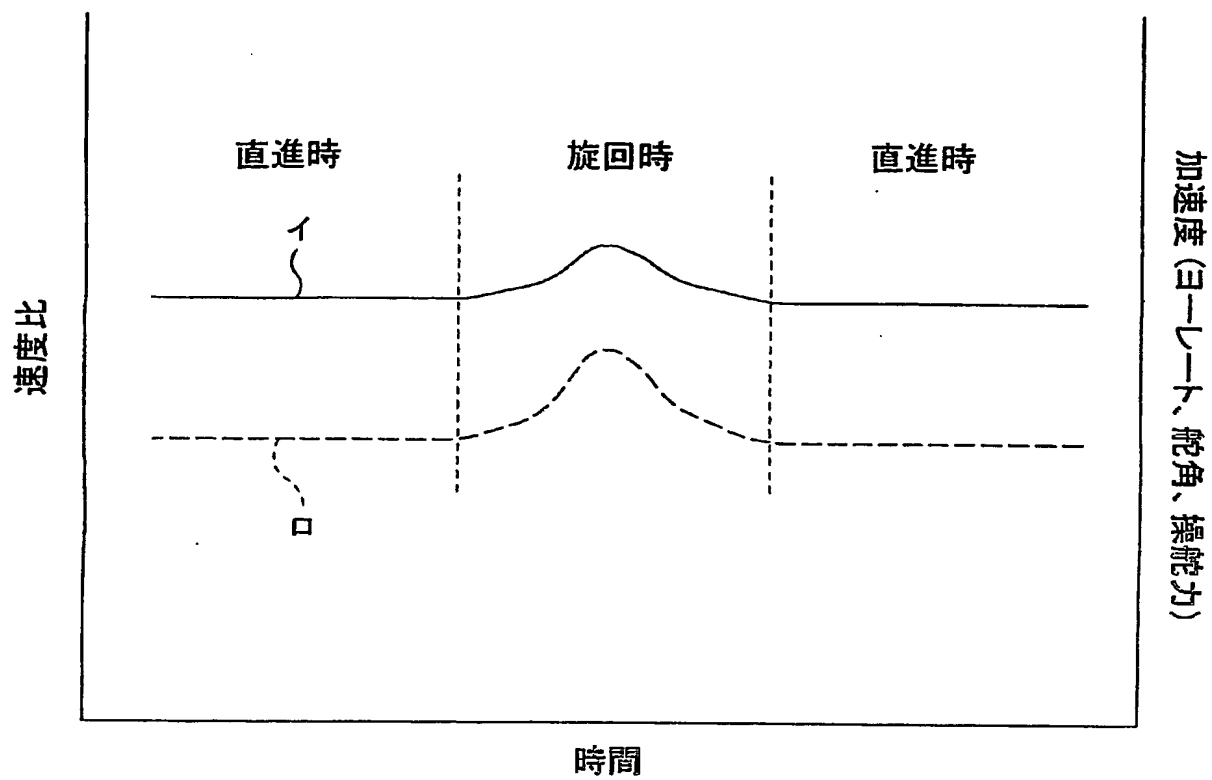
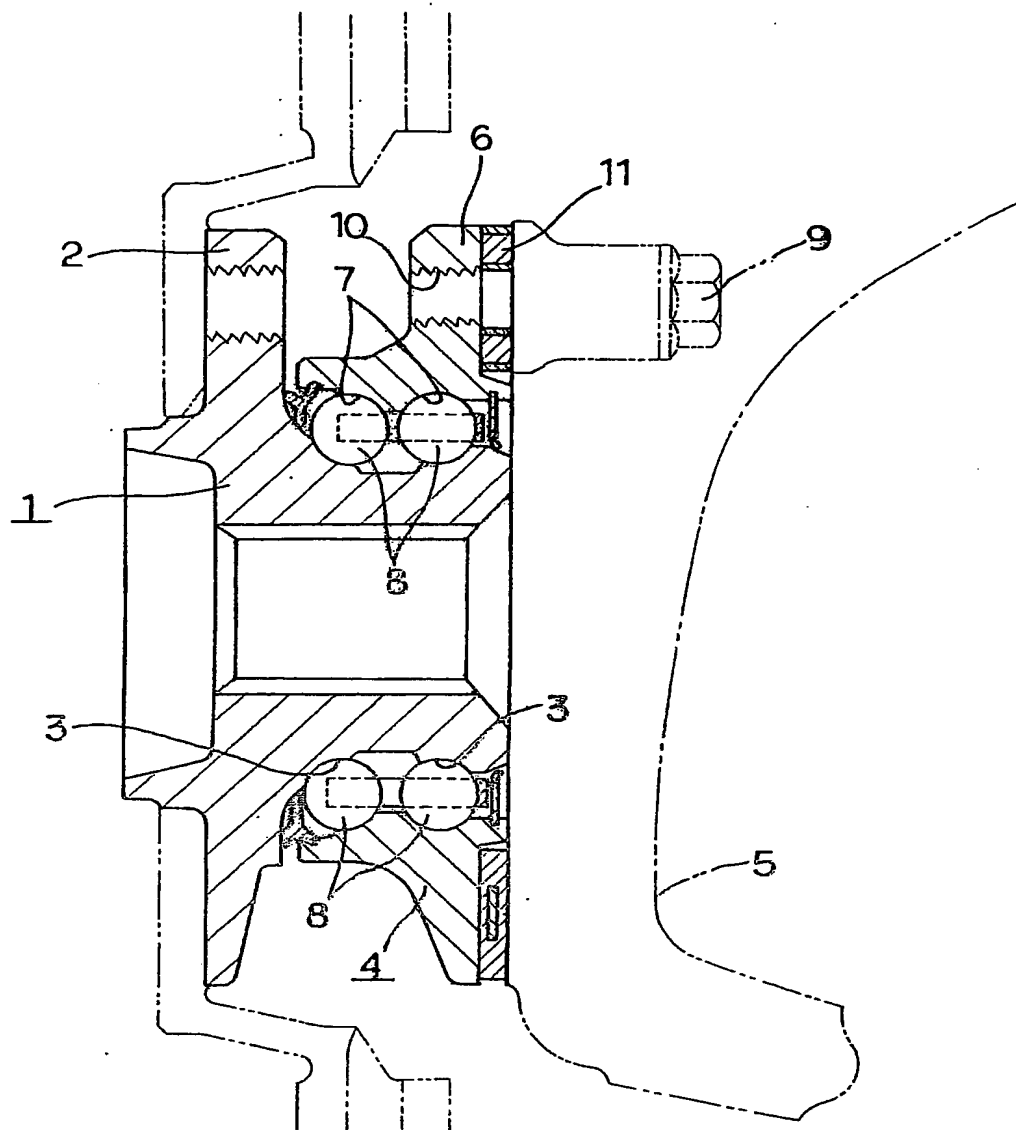


図 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001104

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ G01L5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ G01L5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No..
X A	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 174309/1978 (Laid-open No. 94541/1980) (Tokyo Shibaura Electric Co., Ltd.), 30 June, 1980 (30.06.80), Full text; all drawings (Family: none)	1-4, 17, 20-21 5-16, 18-19
A	JP 2002-323056 A (NTN Corp.), 08 November, 2002 (08.11.02), Par. No. [0031]; Fig. 2 (Family: none)	5-6, 19
A	JP 62-218832 A (Mitsubishi Electric Corp.), 26 September, 1987 (26.09.87), Page 1, lower left column, lines 5 to 11; Fig. 1 (Family: none)	7-9, 15-16

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"T" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 May, 2004 (06.05.04)

Date of mailing of the international search report
25 May, 2004 (25.05.04)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/001104

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2913913 B2 (NSK Ltd.), 28 June, 1999 (28.06.99), Claim 1; Fig. 1 & US 5423218 A Column 11, lines 1 to 17; Fig. 1 & DE 4219318 A	1-21

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (January 2004)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01L5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl⁷ G01L5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2004年
日本国実用新案登録公報	1996-2004年
日本国登録実用新案公報	1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	日本国実用新案登録出願 53-174309号 (日本国実用新案登録出願公開 55-94541号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (東京芝浦電気株式会社) 1980.06.30, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 17, 20-21
A		5-16, 18-19
A	JP 2002-323056 A (エヌティエヌ株式会社) 2002.11.08, 【0031】, 第2図 (ファミリーなし)	5-6, 19

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.2004

国際調査報告の発送日

25.5.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

松浦 久夫

2F

9613

電話番号 03-3581-1101 内線 3215

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 62-218832 A (三菱電機株式会社) 1987. 09. 26, 第1頁左下欄第5-11行, 第1図 (ファミリーなし)	7-9, 15-16
A	JP 2913913 B2 (日本精工株式会社) 1999. 06. 28, 【請求項1】, 第1図 & US 5423218 A, 第11欄第1-17行, 第1図 & DE 4219318 A	1-21